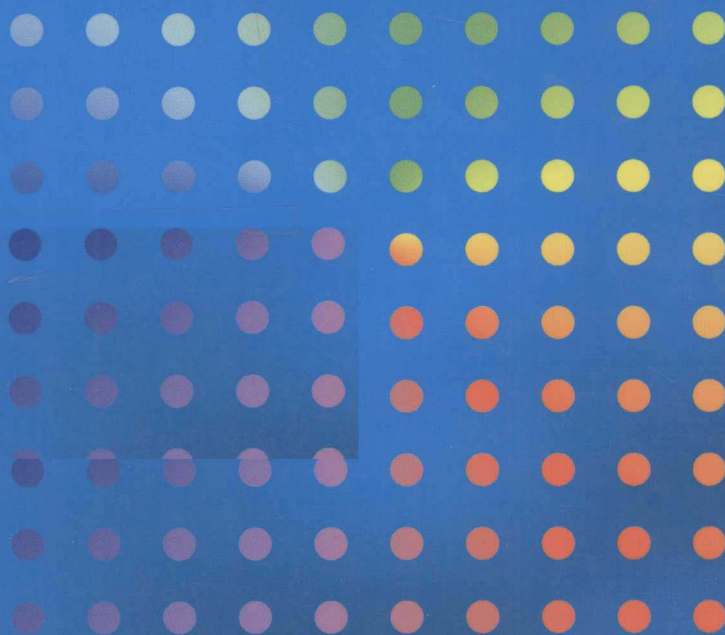


Molecular Pharmacognosy

分子生药学

(第二版)

主 编 黄璐琦



北京大学医学出版社

分子生药学

Molecular Pharmacognosy

(第二版)

主 编 黄璐琦

副主编 崔光红

编 委 (以姓氏笔画为序):

马小军	中国医学科学院药用植物研究所
王 敏	中国中医科学院中药研究所
王康正	中国中医科学院中药研究所
冯成强	北京师范大学资源学院
肖小河	中国人民解放军 302 医院
邱德有	中国林业科学院林业研究所
陈美兰	中国中医科学院中药研究所
唐晓晶	中国中医科学院中药研究所
郭兰萍	中国中医科学院中药研究所
高文远	天津大学药物科学与技术学院
崔光红	中国中医科学院中药研究所
曹春雨	中国中医科学院中药研究所
黄璐琦	中国中医科学院中药研究所
戴均贵	中国医学科学院药物研究所

参加编写人员 (以姓氏笔画为序):

吕冬梅	中国中医科学院中药研究所
李 昶	国家知识产权局专利局
邵爱娟	中国中医科学院中药研究所
陈 敏	中国中医科学院中药研究所
饶 刚	国家知识产权局专利局
唐仕欢	中国中医科学院中药研究所
袁 媛	中国中医科学院中药研究所

北京大学医学出版社

FENZI SHENGYAOXUE

图书在版编目 (CIP) 数据

分子生药学/黄璐琦主编. —2 版. —北京: 北京大学医学出版社, 2006. 9
ISBN 7-81071-930-0

I. 分… II. 黄… III. 分子一生药学 IV. R93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 075132 号

分子生药学 (第二版)

主 编: 黄璐琦

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 许 立 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 43.75 字数: 1105 千字

版 次: 2000 年 6 月第 1 版 2006 年 9 月第 2 版 2006 年 9 月第 1 次印刷 印数: 1—3000 册

书 号: ISBN 7-81071-930-0/R·930

定 价: 102.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

第二版序言

2000年《分子生药学》的出版，为生药学科引入了新的理论方法和技术，使我国生药学上了一个新台阶，从而使生药学发展出一个新的分支学科“分子生药学”。自《分子生药学》第一版以来已经有五年的时间了，在这五年里，分子生药学作为一门学科取得了突飞猛进的发展，无论对生药学这一领域本身的建设，还是对研究生的教育都产生了深远的影响。目前，此书已被北京大学、复旦大学、华西医科大学等院校作为研究生的教材。

作为分子生药学的编著者，他们这五年来继续努力，不断完善分子生药学的理论和方法，在分子生药学的不同研究领域承担了多项国家级课题，先后获得中华中医药学会科学技术奖、中国中西医结合学会科学技术奖、中华医学会科学技术奖、北京市科技进步奖等，其中“栝楼属植物的系统演化及其药材的分子标识研究”获国家科学技术进步二等奖。与此同时，建立了国家中医药管理局的生药分子鉴定三级实验室，培养了多名从事分子生药学研究的硕士和博士，形成了一支蓬勃向上的科研队伍，这支年轻的队伍紧抓生药学科发展前沿，不断创新和拓展分子生药学的新领域，编著完成了第二版《分子生药学》。

第二版除对第一版内容进行修改完善外，还新增了道地药材形成的分子机理研究、珍稀濒危中药资源的遗传多样性分析和保护策略研究、药用植物的抗性基因工程研究、药用化学成分的生物转化及分子机理研究等章节。这些章节不仅是对最新工作进展的总结和提炼，更是对分子生药学研究领域的新的探索，这无疑会带来更大的挑战。我相信有这一群执著追求的年轻人，分子生药学这一学科的发展会越来越好，鉴于此，欣然为之序。

桑国卫

中国工程院 院士

全国人民代表大会 常务委员

教科文卫专门委员会 副主任

2006年6月于北京

第二版前言

分子生药学 (molecular pharmacognosy) 是生药学与分子生物学相互融合而形成的一门新兴交叉学科, 由著者 1995 年首次提出并得到快速发展。2000 年编著的《分子生药学》系统介绍了分子生药学科的概念、方法以及研究领域和进展。其中主要有药用植物的分子系统学、药用植物种质资源的分子生物学、生药鉴定的分子标记、药用植物有效成分基因调控以及药用植物转基因器官和细胞培养生产天然活性化合物等 5 个研究领域。随着分子生药学的迅猛发展, 已在中药材分子标识鉴定, 中药高产、优质、多抗性品种的培育, 濒危紧缺中药资源的保护和可持续利用等方面发挥着日益重要的作用。已有多家高等院校将此书纳入研究生和本科生教材。时至今日, 已过去了 5 年多的时间, 科学技术的发展, 尤其是分子生物技术的日新月异, 使我们拓展延伸了许多新的研究领域, 在这些领域承担了多项国家级课题, 先后获得中华中医药学会科学技术奖、中国中西医结合学会科学技术奖、中华医学会科学技术奖、北京市科技进步奖等, 为了提供更新更全面的信息, 满足学科发展的需要, 有必要对原有内容进行充实和修订。

在对第一版进行补充和完善的基础上, 第二版增加了部分最新的研究方法和研究领域, 分别为第二篇分子生药学研究方法及其基本技术中的第 5 章生物芯片技术、第 7 章药用化学成分生物转化方法及技术、第 8 章反应器技术、第 10 章与分子生药学相关的专利申请以及第三篇分子生药学的研究领域中第 14 章道地药材形成的分子机理研究、第 15 章珍稀濒危中药资源的遗传多样性分析和保护策略研究、第 16 章药用植物的抗性基因工程研究、第 17 章药用化学成分的生物转化及分子机理研究。它们均是对最新工作进展的总结和提炼, 提出了一系列的新观点和新见解, 体现了分子生药学研究领域的热点和重点, 预示着中药资源研究的新方向。

本书始终坚持这样的学术思想, 即在谈理论和预示发展时, 有实验工作基础并能启发和开拓读者的思路。因此, 它不仅是众多科研成果的最新展示, 同时又为分子生药学的发展提供一个开放的交流平台。

参加本书修订和编写的人员均为各自单位的学术骨干, 活跃在分子生药学研究的最前沿。如果没有大家的努力, 本书是难以完成的。

特别要感谢王永炎、肖培根、桑国卫三位院士欣然为本书作序, 给我们以极大的支持。在此, 表示诚挚的谢意。

在本书出版之际, 还要感谢北京大学医学出版社, 为本书的再版提供了便利条件。

黄璐琦

2006 年 6 月于北京

第一版序一

众所周知，中医治病有针灸、推拿、气功、中药等各种各样的方法。因此，古人早就有专门从事中药研究的学者，记载这种学问的书籍当时称为“本草”。汉代成书的《神农本草经》冠以三皇之一的神农氏为作者，这同《黄帝内经》托名黄帝的意义是一致的。当今人们则普遍认同，中华民族的兴衰从祖先起就与中医药防治疾病的卓越疗效联结在一起。

中药现在作为整个中医药研究领域的重要学科，与如今人们对疾病和健康的认识有关。只有当社会安定、人民丰衣足食时人们才有可能关心健康需要，这是一个进步。社会的需要是推动科学发展的动力。近年来中药的发展已不仅仅在于经验方的搜集、传统剂型的改革、新药的开发等，有些学者已开始注意从新思路、新方法、新技术去扩展新的研究领域，这种勇于探索的精神正是科学的精神。青年科学工作者黄璐琦博士主编的《分子生药学》正是这种勇于探索的代表著作。

科学发展进入本世纪末，有几个显著的特点，一是高度综合与高度分化的矛盾，科学越发展，学科分科也就越细越多，而任何一个实际问题的解决，都往往不是一个学科的事情，科学技术是一个有机的整体，既要注意其整体性，又要注意不断发展出来的新学科；二是继承与发展的矛盾，任何学科都是在继承与发展相结合的过程中，继承是源头、是基础，发展是目的、是归宿，在量变与质变的过程中不断发展；三是国际化的趋势，“科学是无国界的”在当今越来越被证实，如今世界上任何一个角落发生的重大科学技术发明与进步，都在迅速影响其他国家和地区。

分子生物学是在物理学与化学对生物学的交融和渗透下，逐渐由观察生命活动的现象深入到认识生命活动的本质，从而形成的一门学科。分子生物学不断发展，从 20 世纪后半期就对整个科学领域产生巨大影响。生药学本身也是在不断发展，翻开短短不到 100 年的教科书，对于生药学的认识就已大相径庭了。把分子生物学的方法引入到生药学的研究领域中，提出分子生药学研究领域，是一个前进。它从原来简单的方法带入，到系统接受，消化融合，达到一个新学科的产生。

分子生药学有很好的应用前景，主要表现在中药高产、优质、多抗性品种的培育，濒危紧缺中药资源的保护和持续利用以及中药新的、便捷、准确的分子标识鉴定方法的研究等三方面，使生药学的研究对象不仅在组织、器官、有机体、居群等层次，而且使其扩展到基因层次，为过去不能很好解决的问题如道地药材的研究、药材品质的定向调控等提供新的方法和思路。

当然，这本《分子生药学》才刚刚起步，难免有疏漏，我们希望黄璐琦和他的同道们共同努力，在实践中不断摸索经验，学习国内外的新技术新方法，在理论上不断提高，使分子生药学更为成熟。

在《分子生药学》成书之际，庆贺黄璐琦博士等所取得的成就，爰为之序。

王永炎

中国工程院院士

中国中医研究院院长

1999年11月19日于北京

第一版序二

生药学 (pharmacognosy) 是一门研究生药材的学科, 已经有近 200 年的历史。随着历史的发展, 其研究内容从组织形态, 化学成分到化学分类, 组织培养等, 不断在发展和更新。现在大家对生药学的认识, 普遍认为它是一门应用现代多学科的方法手段来解决生药材中各种技术和理论问题的专门学科。

到了 20 世纪中叶, 随着 DNA 双螺旋结构的发现和确定, 带来了分子生物学的迅猛发展。乃至科学界都认为: 21 世纪将是分子生物学得到进一步发展并占有统治地位, 而且将深刻影响到生命科学的各个领域。有鉴于此, 美国生药权威泰勒 (Tyler) 教授和他的同事在 1996 年出版的生药学新版本中, 加强了生物技术方面的内容, 取名为《生药学和药学生物技术》(Robbers JE, Speedie MK & VE Tyler: *Pharmacognosy and Pharmacobiotechnology*, Williams and Wilkins, Baltimore)。

无独有偶, 以黄璐琦教授为代表的我国年轻一代的生药学科技工作者, 以他们的敏锐洞察力预见到将先进的分子生物学的原理和方法引入到传统生药学科的重要性和必要性, 并倡导提出它可以成为生药学学科中的一个分支学科——分子生药学 (molecular pharmacognosy) 的观点。他们身体力行, 群策群力, 结合他们各自的工作和本领域的新动向, 编撰出版了这部《分子生药学》专著。应该说, 他们这种勇于实践, 敢于创新的精神是十分值得鼓励和赞扬的。

当然, 要解决生药材在生产和研究中的各种具体问题, 还需要从分子、细胞组织、器官、整体乃至群体的水平, 从多个层次, 多个角度应用各种方法手段才能获得满意的结果。但无疑从分子水平来研究生药材有利于从更加深入的层次和水平来阐明它们内在的各种客观规律, 从而带动生药学的进一步发展。

从上述的各种意义, 我不但乐于为这部著作作序, 而且更要鞭策自己参加到这个行列中去, 为我国生药学的蓬勃发展贡献自己的一份力量。

肖培根

中国工程院院士

中国医学科学院药用植物研究所名誉所长

1999 年 11 月 29 日于北京

目 录

第一篇 概 论

1 分子生药学概论	(3)
1.1 分子生药学的形成、现状和进展	(3)
1.1.1 生药学的历史回顾	(3)
1.1.2 我国生药学的研究现状与问题	(11)
1.1.3 分子生药学的研究进展	(16)
1.2 分子生药学的概念、理论基础和研究内容	(20)
1.2.1 分子生药学的研究对象	(21)
1.2.2 分子生药学的研究内容	(21)
1.2.3 分子生药学的研究方法	(23)
1.3 分子生药学与相关学科的关系	(27)
1.4 分子生药学研究展望	(29)
1.4.1 药用动植物遗传多样性的分子检测与分子系统学研究	(29)
1.4.2 药用动植物重要性状的分子标记及其开发利用研究	(30)
1.4.3 生药作用机理研究与阐明	(32)
1.4.4 分子生药学研究方法的发展与完善	(32)

第二篇 分子生药学研究方法及其基本技术

2 植物 DNA 方法与技术	(37)
2.1 植物 DNA 的分离	(37)
2.1.1 基因组 DNA 的分离	(37)
2.1.2 叶绿体 DNA 的分离	(40)
2.2 植物 DNA 的分析鉴定	(43)
2.2.1 RFLP 分析	(43)
2.2.2 PCR 技术	(46)
2.2.3 RAPD 分析技术	(53)
2.2.4 AFLP 技术	(56)
2.2.5 简单重复序列间区标记技术	(62)
2.2.6 SNP 技术	(65)
2.3 植物 DNA 的克隆及文库构建	(68)
2.3.1 DNA 分子的酶切与连接	(68)

2.3.2 基因组文库的构建	(74)
2.3.3 克隆鉴定—DNA 序列测定	(78)
3 植物 RNA 方法和技术	(86)
3.1 植物 RNA 的分离	(87)
3.1.1 总 RNA 的分离	(87)
3.1.2 mRNA 的分离	(90)
3.2 植物 RNA 的分析	(91)
3.2.1 cDNA 文库的构建	(91)
3.2.2 mRNA 差别显示技术	(96)
4 植物基因表达和调控的研究技术——分子杂交	(103)
4.1 导论	(103)
4.2 核酸分子杂交	(104)
4.2.1 概述	(104)
4.2.2 Southern 杂交	(143)
4.2.3 Northern 杂交	(147)
4.2.4 核酸原位杂交	(150)
4.3 Western 杂交	(150)
4.3.1 Western 杂交的原理	(151)
4.3.2 Western 杂交的实验程序	(151)
4.3.3 Western 杂交实验设计	(155)
5 基因芯片技术	(156)
5.1 导论	(156)
5.2 基因芯片的概念	(157)
5.3 基因芯片的制备	(157)
5.3.1 原位光蚀刻合成	(157)
5.3.2 原位喷印合成	(158)
5.3.3 点样法	(158)
5.3.4 直接点样法和原位合成的特点	(158)
5.4 基因芯片的检测	(159)
5.5 表达谱基因芯片研究步骤	(159)
5.5.1 表达谱基因芯片原理	(159)
5.5.2 基因芯片设计	(160)
5.6 cDNA 表达谱芯片实验步骤	(161)
5.6.1 荧光探针的制备	(161)
5.6.2 芯片杂交	(162)
5.6.3 数据分析	(163)
6 植物遗传转化技术	(165)
6.1 导论	(165)
6.2 转化受体系统的建立	(166)

6.3 基因转化系统的建立	(167)
6.3.1 载体转化系统	(168)
6.3.2 DNA 直接导入转化系统	(170)
6.3.3 种质转化系统	(172)
6.4 根癌农杆菌 Ti 质粒介导遗传转化技术	(173)
6.4.1 根癌农杆菌的致病机理	(174)
6.4.2 Ti 质粒转化载体系统的构建	(175)
6.4.3 常用的标记基因	(176)
6.4.4 转化方法与程序	(177)
6.4.5 根癌农杆菌 Ti 质粒转化系统的特点	(179)
6.5 基因枪介导遗传转化	(180)
6.5.1 基因枪技术的原理	(180)
6.5.2 基因枪介导遗传转化的方法和操作步骤	(181)
6.5.3 基因枪介导遗传转化的特点	(181)
7 药用化学成分生物转化方法及技术	(183)
7.1 转化体系的建立及培养	(183)
7.1.1 植物转化体系	(183)
7.1.2 微生物转化体系	(184)
7.2 底物的添加	(184)
7.3 转化体系的筛选—预试验	(184)
7.3.1 空白培养液对照组	(185)
7.3.2 空白底物对照组	(185)
7.3.3 生物转化组	(185)
7.4 制备 (scale-up) 生物转化及产物的提取、分离及鉴定	(185)
7.5 不同影响因子及反应动态的考察	(185)
8 反应器技术	(186)
8.1 概述	(186)
8.2 反应器的选择	(186)
8.2.1 反应器的分类	(186)
8.2.2 反应器的体积计算	(187)
8.2.3 培养介质的流变学特性	(188)
8.2.4 反应器内的多相流动形态及培养液性质	(189)
8.2.5 反应器内的质量传递	(190)
8.2.6 反应器内的热量传递	(191)
8.2.7 反应器内的剪切应力	(192)
8.2.8 反应器的流动模型	(193)
8.2.9 反应器过程参数的检测与控制	(195)

9 与分子生药学相关的 Internet 应用	(199)
9.1 Internet 简介	(199)
9.1.1 Internet 的发展与现状	(199)
9.1.2 Internet 应用中的一些基本概念	(200)
9.1.3 Internet 接入方式	(201)
9.1.4 Internet 上常见的资源形式及其使用简介	(202)
9.2 Internet 上的搜索引擎	(204)
9.2.1 搜索引擎的概念	(205)
9.2.2 搜索引擎的查询技巧	(205)
9.2.3 查询策略	(206)
9.3 Internet 上与分子生药学相关的常用数据库	(206)
9.3.1 核酸相关数据库	(207)
9.3.2 蛋白质相关数据库	(211)
9.3.3 文献检索数据库	(214)
9.4 Internet 上分子生物学相关软件	(219)
9.5 Internet 上的学术交流	(220)
9.6 Internet 上学术期刊与杂志	(220)
9.7 Internet 上学术会议信息检索	(220)
9.8 Internet 上的图书馆	(221)
9.9 Internet 上实验试剂与仪器信息	(221)
9.10 生物信息学	(221)
9.11 网格 (grid)	(222)
9.12 正确对待 Internet	(223)
10 与分子生药学相关的专利申请	(225)
10.1 涉及遗传工程的发明专利申请	(225)
10.1.1 基因	(226)
10.1.2 载体或重组载体	(227)
10.1.3 转化体	(228)
10.1.4 多肽或蛋白质	(229)
10.1.5 融合细胞	(229)
10.1.6 单克隆抗体	(230)
10.2 涉及微生物的发明专利申请	(230)
10.2.1 说明书的撰写	(230)
10.2.2 权利要求书的撰写	(231)
10.3 涉及组织培养的发明专利申请	(231)
10.3.1 说明书的撰写	(231)
10.3.2 权利要求书的撰写	(231)
10.4 生物材料的保藏	(232)

第三篇 分子生药学的研究领域

11 药用植物的分子系统学研究	(237)
11.1 药用植物系统学的研究概况	(237)
11.1.1 分类系统之演变	(237)
11.1.2 研究方法之演变	(239)
11.2 药用植物分子系统学研究的内涵和意义	(241)
11.2.1 药用植物分子系统学研究的内涵	(242)
11.2.2 药用植物的分子系统学研究在生药学中的意义	(242)
11.3 药用植物分子系统学研究的理论基础、方法和进展	(244)
11.3.1 系统学中相关的理论——有关物种的形成、分布和定义中的一些问题	(244)
11.3.2 系统学中相关的理论——分支系统学	(251)
11.3.3 系统学中相关的理论——特征定义及其应用	(254)
11.3.4 分子生物学理论、方法和进展	(256)
11.4 研究实例	(273)
11.4.1 栝楼属的分子系统生物学研究	(273)
11.4.2 国产姜黄属药用植物 RAPD 分析与分类鉴定	(279)
11.5 存在的问题与展望	(282)
12 药用植物种质资源分子生物学研究	(292)
12.1 种质资源重要性及其在生药学研究中的地位	(292)
12.1.1 种质资源概念	(292)
12.1.2 种质资源的研究内容	(292)
12.1.3 药用植物种质资源研究概况	(293)
12.1.4 药用植物种质资源研究的重要意义	(295)
12.2 药用植物种质资源分子生物学研究现状	(298)
12.2.1 种质资源鉴定	(298)
12.2.2 遗传多样性研究	(298)
12.2.3 种质保存研究	(298)
12.2.4 种质创新研究	(299)
12.3 DNA 指纹技术在药用植物种质资源研究中的应用	(299)
12.3.1 DNA 指纹技术概念	(299)
12.3.2 DNA 指纹技术原理	(300)
12.3.3 DNA 指纹技术发展历程	(300)
12.3.4 DNA 指纹技术在药用植物种质资源研究中的应用	(304)
12.3.5 DNA 指纹技术在药用植物种质资源研究中的应用展望	(308)
12.4 序列分析技术在药用植物种质资源研究中的应用	(309)
12.4.1 研究概况	(309)
12.4.2 核糖体 (nrDNA) 序列分析	(310)

12.5 重要性状基因的定位、分离和克隆技术	(310)
12.5.1 目的基因的定位	(310)
12.5.2 目的基因分离或克隆方法	(311)
12.6 种质创新相关分子生物学技术	(312)
12.6.1 种质创新方法简介	(312)
12.6.2 遗传转化创造新种质——以农杆菌介导转化技术为例	(312)
12.7 研究实例——人参种质资源分子生物学研究	(313)
12.7.1 人参种质资源研究已取得成就	(313)
12.7.2 DNA 指纹技术在人参种质资源研究	(315)
12.7.3 园参及野山参 DNA 指纹研究	(317)
12.7.4 人参种质资源研究亟待引进新方法、新手段	(326)
12.8 存在的问题与展望	(326)
13 生药鉴定的分子标记研究	(340)
13.1 生药鉴定学的研究概况	(340)
13.1.1 传统生药鉴定研究的现状及问题	(340)
13.1.2 分子生物学发展与生药鉴定技术创新	(343)
13.2 生药 DNA 分子标记鉴定的基本原理与方法	(344)
13.2.1 基本原理	(344)
13.2.2 DNA 分子遗传标记技术的发展过程	(344)
13.2.3 DNA 分子遗传标记技术的分类	(345)
13.3 常用分子标记技术在生药分子鉴定中的应用	(346)
13.3.1 DNA 测序技术	(346)
13.3.2 三内切酶扩增的限制性片段长度多态性	(347)
13.3.3 SCAR 序列特异扩增区技术	(347)
13.3.4 高特异性 PCR 技术	(348)
13.3.5 等位基因特异 PCR 技术	(349)
13.3.6 多重 PCR 技术	(350)
13.3.7 简单序列重复标记技术	(351)
13.3.8 简单重复序列间区标记技术	(352)
13.3.9 SNP 标记技术	(353)
13.3.10 基因芯片技术	(354)
13.3.11 DNA 生物条形编码	(355)
13.4 研究实例——乌梢蛇及其混淆品高特异性 PCR 的鉴别	(356)
13.5 存在的问题与展望	(361)
14 道地药材的分子生药学研究	(369)
14.1 道地药材的概念及特征	(369)
14.1.1 道地药材形成的沿革	(369)
14.1.2 道地药材概念的内涵	(370)
14.1.3 道地药材的属性特征	(370)

14.2 道地药材的主要研究领域·····	(372)
14.2.1 文献研究·····	(372)
14.2.2 质量评价·····	(373)
14.2.3 遗传背景分析·····	(373)
14.2.4 生态学研究·····	(374)
14.2.5 栽培种植·····	(375)
14.3 道地药材形成的生物学探讨及模式假说·····	(376)
14.3.1 道地药材的生物学内涵·····	(376)
14.3.2 道地药材形成中的生物学原理·····	(376)
14.3.3 道地药材研究的生物学问题和方法·····	(377)
14.3.4 道地药材形成的模式假说·····	(379)
14.4 道地药材形成的分子机理研究及道地药材的分子鉴别·····	(381)
14.4.1 道地药材形成的分子机理研究·····	(381)
14.4.2 道地药材的分子鉴别·····	(383)
14.5 研究实例——苍术遗传结构及其对道地药材形成的影响的分析·····	(383)
14.6 存在的问题与展望·····	(388)
15 珍稀濒危中药资源的遗传多样性分析和保护策略·····	(399)
15.1 珍稀濒危中药资源的现状·····	(399)
15.2 物种濒危与保护等级划分标准概况·····	(400)
15.2.1 物种濒危等级划分标准概况·····	(400)
15.2.2 物种保护等级划分标准概况·····	(405)
15.2.3 物种濒危与保护等级之间的关系·····	(405)
15.2.4 药用植物濒危与保护等级划分现状·····	(405)
15.2.5 药用植物濒危与保护等级划分标准的探讨·····	(407)
15.3 珍稀濒危中药资源遗传多样性研究的理论基础·····	(411)
15.3.1 遗传多样性的概念和内涵·····	(411)
15.3.2 遗传多样性的测度·····	(412)
15.3.3 遗传距离的概念·····	(412)
15.3.4 优先保护种群的确立原则·····	(413)
15.3.5 基因流在濒危植物保护中的作用·····	(415)
15.4 珍稀濒危中药资源遗传多样性的研究方法·····	(416)
15.4.1 遗传多样性的取样策略·····	(416)
15.4.2 遗传多样性检测方法·····	(417)
15.4.3 遗传多样性分析方法·····	(420)
15.5 珍稀濒危中药资源保护策略研究·····	(423)
15.5.1 相关国际公约及协议·····	(423)
15.5.2 保护方法·····	(425)
15.6 研究实例——肉苁蓉的遗传多样性研究·····	(427)
15.7 存在的问题与展望·····	(431)

16 药用植物的抗性基因工程研究	(437)
16.1 植物抗性及其抗性基因工程概述.....	(437)
16.1.1 植物抗性的概念.....	(438)
16.1.2 植物产生抗性的机制.....	(438)
16.1.3 人类对植物抗性的应用.....	(441)
16.1.4 抗性基因工程的研究和应用进展.....	(442)
16.2 植物抗逆基因工程原理及研究进展.....	(444)
16.2.1 植物产生逆境应答的分子机制.....	(444)
16.2.2 植物抗逆基因工程的策略.....	(446)
16.2.3 植物抗逆基因工程的展望.....	(451)
16.3 植物抗虫基因工程原理及研究进展.....	(451)
16.3.1 植物抗虫基因工程所采取的策略.....	(452)
16.3.2 抗虫基因工程的应用现状.....	(455)
16.3.3 抗虫基因工程研究和应用中存在的问题及其对策.....	(456)
16.4 抗病毒基因工程的原理与研究进展.....	(456)
16.4.1 植物病毒病的机制及其防治方法.....	(456)
16.4.2 抗病毒基因工程的机制.....	(458)
16.4.3 抗病毒基因工程的策略.....	(459)
16.4.4 抗病毒基因工程的展望.....	(462)
16.5 其他抗性基因工程的原理及研究进展.....	(463)
16.5.1 抗除草剂基因工程.....	(463)
16.5.2 抗真菌基因工程.....	(464)
16.5.3 抗细菌基因工程.....	(465)
16.5.4 抗线虫基因工程.....	(465)
16.6 植物抗性基因工程安全性问题的研究进展.....	(466)
16.6.1 环境安全性.....	(466)
16.6.2 食品安全性.....	(468)
16.6.3 转基因植物安全性评价研究.....	(468)
16.6.4 各国政府、民间组织等对待转基因植物安全性评价的态度.....	(471)
16.7 药用植物的抗性基因工程研究进展.....	(472)
16.7.1 药用植物模式基因工程研究.....	(472)
16.7.2 药用植物抗性基因工程研究.....	(473)
16.8 研究实例.....	(474)
16.8.1 地黄的抗烟草花叶病毒和黄瓜花叶病毒的基因工程研究.....	(474)
16.8.2 无选择标记基因转基因烟草的研究.....	(478)
16.9 存在的问题与展望.....	(484)
17 药用化学成分的生物转化及分子机理研究	(502)
17.1 概述.....	(502)
17.1.1 药用化学成分的结构改造.....	(502)

17.1.2	药物代谢的研究	(503)
17.1.3	阐明抑真菌药物的耐药机制	(504)
17.1.4	次生代谢产物生源途径的研究	(504)
17.2	生物转化体系	(505)
17.2.1	微生物及其酶制剂	(505)
17.2.2	植物细胞或组织器官培养物	(506)
17.2.3	海洋藻类	(508)
17.2.4	昆虫的幼虫	(508)
17.3	研究概况	(509)
17.3.1	甾体化合物的生物转化	(509)
17.3.2	萜类化合物的生物转化	(513)
17.3.3	酚类化合物的生物转化	(517)
17.3.4	生物碱类化合物的生物转化	(517)
17.4	生物转化反应中的酶及其基因工程	(523)
17.4.1	生物转化反应中的酶	(523)
17.4.2	生物转化酶的基因工程研究	(526)
17.5	组合生物合成	(528)
17.6	影响生物转化的因素	(528)
17.6.1	底物加入时期	(529)
17.6.2	底物加入方式及加入量	(529)
17.6.3	转化时间	(529)
17.6.4	酶诱导剂或酶抑制剂	(529)
17.6.5	β -环糊精	(530)
17.6.6	培养基及培养条件	(531)
17.6.7	底物的结构	(531)
17.7	研究实例	(532)
17.7.1	银杏悬浮培养细胞对紫杉烷类化合物 Sinenxan A 的生物转化	(532)
17.7.2	银杏悬浮培养细胞对紫杉烷类化合物 Sinenxans 及其衍生物的高度 位置和立体选择性羟基化	(545)
17.8	存在的问题及展望	(554)
18	药用植物有效成分生物合成分子机理与调控的研究	(568)
18.1	药用植物有效成分生物合成分子机理与调控的研究概况	(568)
18.2	药用植物有效成分生物合成分子机理与调控研究的意义	(569)
18.3	药用植物有效成分生物合成分子机理与调控研究的基本理论和基本方法	(570)
18.3.1	药用植物有效成分生物合成途径的研究	(570)
18.3.2	参与药用植物有效成分生物合成相关酶的提取、分离、纯化及性质 分析	(572)